



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.06.2009 Patentblatt 2009/25

(51) Int Cl.:
F02D 41/14 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09154708.3**

(22) Anmeldetag: **19.03.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **20.03.2006 DE 102006012656**

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
07727053.6 / 1 999 358

(71) Anmelder: **Continental Automotive GmbH**
30165 Hannover (DE)

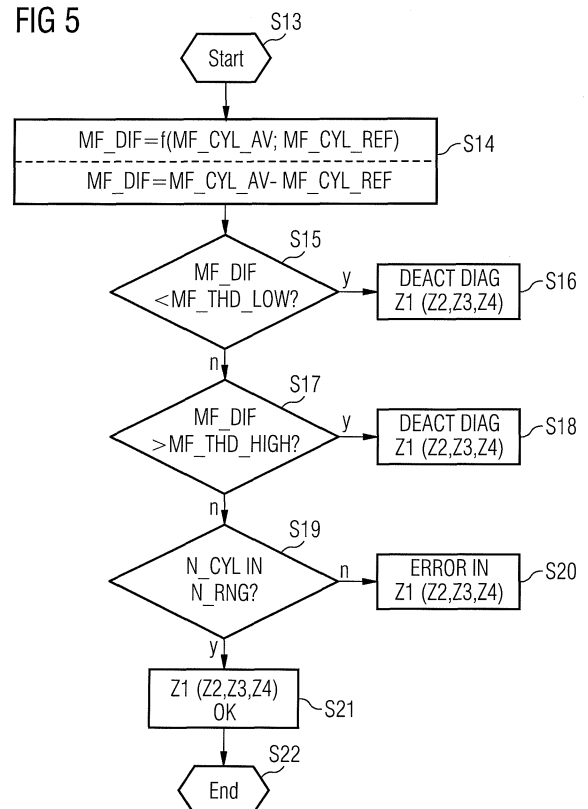
(72) Erfinder:
• **Hofmeister, Carl-Eike**
93059, Regensburg (DE)
• **Käsbauer, Michael**
93073, Neutraubling (DE)

Bemerkungen:
Diese Anmeldung ist am 10-03-2009 als Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine**

(57) Beim Betreiben einer Brennkraftmaschine wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine bezüglich einer Laufunruhe (ER) fehlerfrei funktioniert. Falls die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) nicht fehlerfrei funktioniert wird ein aktueller Wert einer zylinderindividuellen Kraftstoffmasse eines Zylinders (Z1-Z4) der Brennkraftmaschine ermittelt. Es wird überprüft, ob eine aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse eines der Zylinder (Z1-Z4) zu gering oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich einer zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} zu überprüfen (CHECK), indem ein aktueller Wert (MF_{CYL_AV}) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) mit einem gespeicherten Referenzwert (MF_{CYL_REF}) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine verglichen wird. Ein Überprüfen (CHECK) bezüglich zylinderindividueller Motordrehzahlen (N_{CYL}) eines der Zylinder (Z1-Z4) wird deaktiviert (DEACT), falls die aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) zu gering bzw. zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} zu überprüfen (CHECK).

FIG 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine. Die Brennkraftmaschine umfasst mindestens zwei Zylinder, einen Ansaugtrakt und einen Abgastrakt. Der Ansaugtrakt und der Abgastrakt kommunizieren abhängig von einer Schaltstellung eines Gaseinlassventils beziehungsweise eines Gasauslassventils mit einem Brennraum eines der Zylinder. Ferner umfasst die Brennkraftmaschine zu jedem der Zylinder mindestens ein Einspritzventil und einen Kolben, der mit einer Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist.

[0002] Aus der EP 0 795 686 B1 ist ein Gerät zur Erfassung einer Fehlzündung einer elektronisch gesteuerten Dieselmotormaschine bekannt. Die Dieselmotormaschine beinhaltet eine Kurbelwelle, einen Brennraum, eine Einspritzdüse zur Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum und eine Einspritzpumpe. Die Einspritzpumpe wird durch die Kurbelwelle angetrieben und zur Unter-Druck-Setzung des Kraftstoffs und zur Abgabe des Kraftstoffs zu einer Düse verwendet. Die Dieselmotormaschine führt eine Verbrennung des Kraftstoffs zum Drehen und zum Antreiben der Kurbelwelle aus. Das Gerät beinhaltet eine Einrichtung zur Erfassung der Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle und eine Einrichtung zur Steuerung der Einspritzpumpe zur Einstellung des Maßes des von der Einspritzdüse in den Brennraum einzuspritzenden Kraftstoffs. Die Steuereinrichtung steuert die Einspritzpumpe, so dass das Maß des von der Einspritzpumpe zu der Einspritzdüse abzugebenden Kraftstoffs gemäß einem Anstieg der durch die Erfassungseinrichtung erfassten Drehgeschwindigkeit abnimmt. Ferner beinhaltet das Gerät eine erste Berechnungseinrichtung zur Berechnung einer Änderungsrate der Drehgeschwindigkeiten an vorbestimmten Drehphasenpositionen der Kurbelwelle auf der Grundlage der durch die Erfassungseinrichtung erfassten Drehgeschwindigkeit. Ferner umfasst das Gerät eine Einrichtung zur Bestimmung eines Auftretens der Fehlzündung in der Dieselmotormaschine auf der Grundlage eines Vergleichs der durch die erste Berechnungseinrichtung berechneten Änderungsrate mit einem vorbestimmten Bezugswert. Es ist eine zweite Berechnungseinheit zur Berechnung eines Änderungsmaßes des von der Einspritzdüse einzuspritzenden Kraftstoffs und eine Einrichtung zur Korrektur des für eine Bestimmung der Fehlzündung verwendeten Bezugswerts auf der Grundlage des durch die zweite Berechnungseinrichtung berechneten Änderungsmaßes des Kraftstoffes vorgesehen.

[0003] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das bzw. die einfach ein präzises Betreiben einer Brennkraftmaschine ermöglicht.

[0004] Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Die Erfindung zeichnet sich durch ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben der Brennkraftmaschine aus. Die Brennkraftmaschine umfasst die mindestens zwei Zylinder, den Ansaugtrakt und den Abgastrakt. Der Ansaugtrakt und der Abgastrakt kommunizieren abhängig von der Schaltstellung des Gaseinlassventils bzw. des Gasauslassventils mit dem Brennraum eines der Zylinder. Ferner umfasst die Brennkraftmaschine zu jedem der Zylinder mindestens das Einspritzventil und den Kolben, der mit der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist. Zum Betreiben der Brennkraftmaschine wird überprüft, ob aktuell die eine oder die mehreren notwendigen Diagnosebedingungen für die Diagnose der Laufunruhe der Brennkraftmaschine vorliegen. Falls aktuell die eine bzw. die mehreren notwendigen Diagnosebedingungen vorliegen, wird überprüft, ob die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe fehlerfrei funktioniert. Falls die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe nicht fehlerfrei funktioniert, wird der aktuelle Wert der zylinderindividuellen Kraftstoffmasse der Zylinder ermittelt. Es wird überprüft ob eine aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse eines der Zylinder zu gering ist, um den entsprechenden Zylinder bezüglich seiner zylinderindividuellen Motordrehzahl zu überprüfen, indem der aktuelle Wert der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders mit dem gespeicherten Referenzwert der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine verglichen wird. Das Überprüfen bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl eines der Zylinder wird deaktiviert, falls die aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse des entsprechenden Zylinders zu gering oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl zu überprüfen. Die entsprechenden zylinderindividuellen Motordrehzahlen sollen in einem vorgegebenen Drehzahlbereich liegen. Es wird auf einen fehlerhaften Betrieb eines der Zylinder erkannt, falls die entsprechende zylinderindividuelle Motordrehzahl des entsprechenden Zylinders außerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs liegt.

[0006] Dies trägt dazu bei, lediglich den Betrieb des Zylinders als fehlerhaft zu klassifizieren, dessen zylinderindividuelle Motordrehzahl aufgrund eines tatsächlichen Fehlers, beispielsweise aufgrund einer Fehlzündung in dem entsprechenden Zylinder, zu gering oder zu groß ist. Aufgrund einer Regelung der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe kann die zylinderindividuelle Motordrehzahl stark von einer vorgegebenen zylinderindividuellen Motordrehzahl abweichen, obwohl der entsprechende Zylinder fehlerfrei funktioniert, beispielsweise um die Laufunruhe eines anderen fehlgezündeten Zylinders auszugleichen.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zum Vergleichen des aktuellen Werts der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders mit dem gespeicherten Referenzwert der zy-

linderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ein Unterschied zwischen dem aktuellen Wert und dem gespeicherten Referenzwert der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders ermittelt. Die aktuell eingespritzte Kraftstoffmasse wird als zu gering oder zu groß klassifiziert, um den entsprechenden Zylinder bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl zu überprüfen, falls der Unterschied größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert. Dies trägt dazu bei, einfach und besonders präzise den Zylinder zu erkennen, dessen Betrieb fehlerhaft ist.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zum Ermitteln des Unterschieds zwischen dem aktuellen Wert und dem gespeicherten Referenzwert der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders eine Differenz des aktuellen Werts und des gespeicherten Referenzwerts der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders gebildet. Die aktuelle eingespritzte Kraftstoffmasse wird dann abhängig von einem Vorzeichen und einem Betrag der Differenz als zu groß oder zu klein klassifiziert.

[0009] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden zum Überprüfen der Laufunruhe der Brennkraftmaschine die zylinderindividuellen Motordrehzahlen der Zylinder abhängig von einer Position der Kurbelwelle ermittelt. Es wird überprüft, ob die zylinderindividuellen Motordrehzahlen aller Zylinder jeweils in einem vorgegebenen Drehzahlbereich liegen. Auf den fehlerfreien Betrieb der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe wird erkannt, falls alle zylinderindividuellen Motordrehzahlen in dem vorgegebenen Drehzahlbereich liegen. Dies trägt dazu bei, den fehlerfreien Betrieb der Brennkraftmaschine präzise zu klassifizieren.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Laufunruhe der Brennkraftmaschine nur geprüft, wenn die Brennkraftmaschine im Leerlauf betrieben wird, wenn kein Fahrerwunsch vorliegt, wenn kein Gang eingelegt ist und/oder wenn kein zusätzlicher Verbraucher der Brennkraftmaschine aktiv ist. Dies trägt dazu bei, den Betrieb der Brennkraftmaschine besonders präzise zu überprüfen.

[0011] Die vorteilhaften Ausgestaltungen der Verfahren können ohne weiteres auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtungen übertragen werden.

[0012] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

Figur 1 eine Brennkraftmaschine,

Figur 2 zylinderindividuelle Motordrehzahlen und zylinderindividuelle Einspritzmassen,

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines ersten Programms zum Betreiben der Brennkraftmaschine,

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines zweiten Programms zum Betreiben der Brennkraftmaschine,

5 Figur 5 ein Ablaufdiagramm eines dritten Programms zum Betreiben der Brennkraftmaschine.

[0014] Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0015] Eine Brennkraftmaschine umfasst einen Ansaugtrakt 1, einen Motorblock 2, einen Zylinderkopf 3 und einen Abgastrakt 4. Der Ansaugtrakt 1 umfasst bevorzugt eine Drosselklappe 5, einen Sammler 6 und ein Saugrohr 7, das hin zu einem ersten Zylinder Z1 über einen Einlasskanal in einen Brennraum 9 des Motorblocks 2 geführt ist. Der Motorblock 2 umfasst eine Kurbelwelle 8, die über eine Pleuelstange 10 mit dem Kolben 11 des ersten Zylinders Z1 gekoppelt ist. Die Brennkraftmaschine umfasst neben dem ersten Zylinder Z1 mindestens einen zweiten Zylinder Z2, vorzugsweise jedoch weitere Zylinder Z1-Z4. Die Brennkraftmaschine kann aber auch jede beliebige größere Anzahl von Zylindern Z1-Z4 umfassen. Die Brennkraftmaschine ist bevorzugt in einem Kraftfahrzeug angeordnet.

[0016] In dem Zylinderkopf 3 ist bevorzugt ein Einspritzventil 18 angeordnet. Alternativ kann das Einspritzventil 18 auch in dem Saugrohr 7 angeordnet sein. Die Brennkraftmaschine kann eine Diesel-Brennkraftmaschine oder eine Benzin-Brennkraftmaschine sein. Falls die Brennkraftmaschine eine Benzin-Brennkraftmaschine ist, weist sie vorzugsweise eine Zündkerze auf, die so angeordnet ist, dass sie in den Brennraum 9 der Brennkraftmaschine ragt. In dem Abgastrakt 4 ist vorzugsweise ein Abgaskatalysator 21 angeordnet, der bevorzugt als Dreiwegekatalysator ausgebildet ist.

[0017] Eine Steuervorrichtung 25 ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene Messgrößen erfassen und jeweils den Messwert der Messgröße ermitteln. Die Steuervorrichtung 25 ermittelt abhängig von mindestens einer der Messgrößen Betriebsgrößen, die zum Betreiben der Brennkraftmaschine verwendet werden, und/oder Stellgrößen, die dann in ein oder mehrere Stellsignale zum Steuern der Stellglieder mittels entsprechender Stellantriebe umgesetzt werden. Die Steuervorrichtung 25 kann auch als Vorrichtung zum Steuern der Brennkraftmaschine bezeichnet werden.

[0018] Die Sensoren sind beispielsweise ein Pedalstellungsgeber 26, der eine Fahrpedalstellung eines Fahrpedals 27 erfasst, ein Luftmassensensor 28, der einen Luftmassenstrom stromaufwärts der Drosselklappe 5 erfasst, ein Drosselklappenstellungssensor 30, der einen Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 erfasst, ein Temperatursensor 32, der eine Ansauglufttemperatur erfasst, ein Saugrohrdrucksensor 34, der einen Saugrohrdruck in dem Sammler 6 erfasst und/oder ein Kurbelwellenwinkelsensor 36, der einen Kurbelwellenwinkel erfasst, dem dann eine Drehzahl der Brennkraftmaschine zugeordnet

wird.

[0019] Je nach Ausführungsform der Erfindung kann eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren vorhanden sein oder es können auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

[0020] Die Stellglieder sind beispielsweise die Drosselklappe 5, die Gaseinlass- und Gasauslassventile 12, 13 und/oder das Einspritzventil 18.

[0021] Eine ausreichend geringe Laufunruhe ER der Brennkraftmaschine kann beispielsweise dadurch klassifiziert werden, dass zylinderindividuelle Motordrehzahlen N_{CYL} der einzelnen Zylinder Z1-Z4 alle innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbereichs N_{RNG} liegen (Figur 2, Figur 5). Das Vorgeben des Drehzahlbereichs N_{RNG} kann in diesem Zusammenhang bedeuten, dass der Drehzahlbereich N_{RNG} absolut vorgegeben wird oder dass der Drehzahlbereich N_{RNG} durch eine der zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} relativ vorgegeben wird. Beispielsweise kann überprüft werden ob die zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} in dem relativ vorgegebenen Drehzahlbereich N_{RNG} liegen, indem überprüft wird, ob eine Änderung der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} von einem Zylinder Z1-Z4 zu einem nächsten der Zylinder Z1-Z4 kleiner ist als ein vorgegebener Änderungs-Schwellenwert.

[0022] Die zylinderindividuelle Motordrehzahl N_{CYL} eines der Zylinder Z1-Z4 kann beispielsweise ermittelt werden, indem die Zeit gemessen wird, die die Kurbelwelle 8 zum Überstreichen des entsprechenden Zylindersegments der Kurbelwelle 8 benötigt. Das Zylindersegment der Kurbelwelle 8 ist in diesem Zusammenhang vorzugsweise ein Winkelbereich der Kurbelwelle 8 zwischen dem oberen Totpunkt eines vorgegebenen Zylinders Z1-Z4 und dem oberen Totpunkt des darauf folgenden Zylinders Z1-Z4. Alternativ kann die Laufunruhe ER ermittelt werden, indem beispielsweise in einer mathematischen Entwicklung der Gesamtmotordrehzahl der Brennkraftmaschine die höheren Potenzen, beispielsweise ab der dritten Potenz, der mathematischen Entwicklung betrachtet werden.

[0023] Da die Zylinder Z1-Z4 systembedingt geringfügig unterschiedlich auf die gleichen Ansteuersignale reagieren können, kann es sein, dass zum Vermeiden zu großer Laufunruhe ER die Zylinder Z1-Z4 unterschiedlich angesteuert werden. Insbesondere werden dazu unterschiedliche zylinderindividuelle Einspritzmassen in die Zylinder Z1-Z4 eingespritzt. Bei dem bezüglich der Laufunruhe ER fehlerfreien Betrieb der Brennkraftmaschine kann somit ein Referenzwert MF_{CYL_REF} der zylinderindividuellen Einspritzmasse, von Zylinder Z1-Z4 zu Zylinder Z1-Z4 variieren, um zylinderindividuelle Motordrehzahlen N_{CYL} innerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs N_{RNG} hervorzurufen.

[0024] Ist die Laufunruhe ER zu groß, so liegt beispielsweise zumindest eine der zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} außerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs N_{RNG} und weicht somit stark von den anderen zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} ab.

Bei den in der Figur 2 dargestellten stark voneinander abweichenden zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} können beispielsweise der zweite Zylinder Z2 oder ein vierter Zylinder Z4 der Brennkraftmaschine eine Fehlzündung verursacht haben, da der Verbrennungsprozess in dem entsprechenden Zylinder Z1-Z4 nicht stattgefunden hat oder nicht ausreichend Energie geliefert hat, so dass der entsprechende Zylinder Z1-Z4 keine ausreichend hohe zylinderindividuelle Motordrehzahl N_{CYL} aufweist. Bei einem nicht dargestellten Beispiel kann die zu große Laufunruhe ER auch dadurch hervorgerufen werden, dass der Verbrennungsprozess in einem der Zylinder Z1-Z4 zu viel Energie geliefert hat, beispielsweise aufgrund einer zu großen eingespritzten Kraftstoffmasse. Dies führt dann zu einer zu hohen zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} , die dann ebenfalls außerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs N_{RNG} liegt und somit stark von den anderen zylinderindividuellen Motordrehzahlen N_{CYL} abweicht.

[0025] Aufgrund einer Regelung der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe ER kann es jedoch sein, dass lediglich der zweite oder der vierte Zylinder Z2, Z4 die Fehlzündung verursacht hat und die entsprechenden anderen Zylinder Z1-Z4 gezielt so angesteuert wurden, dass die Fehlzündung des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der Laufunruhe ER ausgeglichen wird. Bei dem nicht dargestellten Beispiel kann es aufgrund der Regelung der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe ER sein, dass der Verbrennungsprozess gezielt mit der zu großen eingespritzten Kraftstoffmasse gesteuert wurde. Daher kann es sein, dass die aktuell eingespritzte Kraftstoffmasse in einem der Zylinder Z1-Z4 gezielt so gering bzw. so groß ist, dass ein Überprüfen CHECK des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} keinen Sinn macht. Daher wird in dem bezüglich der Laufunruhe ER fehlerhaften Betrieb der Brennkraftmaschine vorzugsweise ein aktueller Wert MF_{CYL_AV} der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt.

[0026] Zum Überprüfen, ob einer der Zylinder Z1-Z4 so angesteuert wurde, dass das Überprüfen CHECK des entsprechenden Zylinders bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} nicht sinnvoll ist, insbesondere dass die zylinderindividuelle Einspritzmasse zu gering bzw. zu groß ist, wird bevorzugt der aktuelle Wert MF_{CYL_AV} der zylinderindividuellen Einspritzmasse mit dem Referenzwert MF_{CYL_REF} der zylinderindividuellen Einspritzmasse in dem gleichen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine verglichen. Beispielsweise kann ein Unterschied zwischen dem aktuellen Wert MF_{CYL_AV} der zylinderindividuellen Einspritzmasse und dem Referenzwert MF_{CYL_REF} der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt werden. Falls der Unterschied größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert, so kann der entsprechende Zylinder Z1-Z4 von dem Überprüfen bezüglich der Laufunruhe ER, insbesondere bezüglich der entsprechenden zylinderindividuellen Motordrehzahl N_{CYL} ausgeschlossen werden. Insbeson-

dere kann das Überprüfen des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL deaktiviert DEACT werden.

[0027] Der Unterschied kann beispielsweise durch bilden einer Differenz MF_DIF zwischen dem aktuellen Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse und dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt werden. Die eingespritzte Kraftstoffmasse kann dann als zu gering oder zu groß klassifiziert werden, wenn ein Betrag der Differenz MF_DIF größer ist als der vorgegebene Schwellenwert. Beispielsweise kann von dem aktuellen Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse der Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse abgezogen werden. In diesem Zusammenhang kann die eingespritzte Kraftstoffmasse als zu gering klassifiziert werden, wenn die Differenz MF_DIF kleiner ist als ein vorgegebener unterer Schwellenwert MF_THD_LOW, und die eingespritzte Kraftstoffmasse kann als zu groß klassifiziert werden, wenn die Differenz MF_DIF größer ist als ein vorgegebener oberer Schwellenwert MF_THD_HIGH (Figur 5).

[0028] Alternativ kann der Unterschied zwischen dem aktuellen Wert MF_CYL_AV und dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse durch Bildung eines Quotienten aus dem aktuellen Wert MF_CYL_AV und dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt werden, wobei dann die zu große oder zu kleine zylinderindividuelle Einspritzmasse beispielsweise durch einen Vergleich mit dem Wert eins ermittelt werden kann.

[0029] Ein erstes Programm (Figur 3) ist vorzugsweise auf einem Speichermedium der Steuervorrichtung 25 gespeichert. Das erste Programm dient dazu, die Laufunruhe ER der Brennkraftmaschine zu überprüfen. Das erste Programm wird vorzugsweise zeitnah nach einem Motorstart der Brennkraftmaschine in einem Schritt S1 gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden.

[0030] In einem Schritt S2 wird geprüft, ob eine oder mehrere Diagnosebedingungen DIAG_CDN vorliegen. Die Diagnosebedingungen DIAG_CDN können beispielsweise einen Betrieb der Brennkraftmaschine im Leerlauf, ein Fehlen eines Fahrerwunsches, kein eingeleger Gang und/oder keine weiteren zugeschalteten aktiven Fahrzeugfunktionen sein, die ein zusätzliches Drehmoment der Brennkraftmaschine benötigen. Ist die Bedingung des Schritts S2 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung erneut in dem Schritt S1 gestartet. Ist die Bedingung des Schritts S2 erfüllt, so wird die Bearbeitung bevorzugt in einem Schritt S3 fortgesetzt. In dem Schritt S3 wird die zylinderindividuelle Motordrehzahl N_CYL der Zylinder Z1-Z4 ermittelt abhängig von einem Kurbelwellenwinkel der Brennkraftmaschine.

[0031] In einem Schritt S4 wird die Laufunruhe ER ermittelt abhängig von der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL.

[0032] In einem Schritt S5 kann das erste Programm

beendet werden. Vorzugsweise wird mit dem Beenden des ersten Programms ein zweites oder ein drittes Programm gestartet abhängig von dem Ergebnis des Überprüfens der Laufunruhe ER.

[0033] Das zweite Programm (Figur 4) ist vorzugsweise auf dem Speichermedium der Steuervorrichtung 25 gespeichert und dient dazu, den Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmassen zu ermitteln und zu speichern. Das zweite Programm wird vorzugsweise in einem Schritt S7 nach dem Beenden des ersten Programms gestartet, in dem gegebenenfalls Variablen initialisiert werden.

[0034] In einem Schritt S8 wird der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt abhängig von einer zylinderindividuellen Einspritzdauer TI_CYL. Während der zylinderindividuellen Einspritzdauer TI_CYL wird das Einspritzventil 18 zum Einspritzen der Kraftstoffmasse angesteuert oder während der zylinderindividuellen Einspritzdauer TI_CYL misst das Einspritzventil 18 tatsächlich die zylinderindividuelle Kraftstoffmasse dem entsprechenden Zylinder Z1-Z4 zu. Alternativ kann der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse auch abhängig von der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL ermittelt werden. Dabei kann ausgehend von der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL zurückgerechnet werden, welche zylinderindividuelle Einspritzmasse nötig war, um die zylinderindividuelle Motordrehzahl N_CYL hervorzurufen.

[0035] In einem Schritt S9 kann dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse zugeordnet werden. Der Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse wird vorzugsweise auf dem Speichermedium der Steuervorrichtung 25 gespeichert. Der Betriebspunkt der Brennkraftmaschine hängt von mindestens einer der Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine ab.

[0036] Bevorzugt werden alternativ zu dem Schritt S9 Schritte S11 und S12 abgearbeitet. In dem Schritt S11 wird ein tiefpassgefilterter aktueller Wert MF_CYL_FIL der zylinderindividuellen Einspritzmasse ermittelt, indem der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse tiefpassgefiltert wird.

[0037] In dem Schritt S12 wird dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse in dem entsprechenden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine der tiefpassgefilterte aktuelle Wert MF_CYL_FIL der zylinderindividuellen Einspritzmasse zugeordnet. Das Zuordnen des tiefpassgefilterten aktuellen Werts MF_CYL_FIL der zylinderindividuellen Einspritzmasse zu dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse dient dazu, dass sprunghafte Veränderungen des aktuellen Werts MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse, die nicht auf tatsächlichen Vorgängen in der Brennkraftmaschine beruhen können, nicht dem Referenzwert MF_CYL_REF der

zylinderindividuellen Einspritzmasse in dem entsprechenden Betriebspunkt der Brennkraftmaschine zugeordnet werden.

[0038] In einem Schritt S10 kann das zweite Programm beendet werden. Vorzugsweise wird mit dem Beenden des zweiten Programms das erste Programm gestartet.

[0039] Das dritte Programm (Figur 5) ist vorzugsweise auf dem Speichermedium der Steuervorrichtung 25 gespeichert. Das dritte Programm dient dazu, den fehlerhaften Zylinder Z1-Z4 zu ermitteln, der beispielsweise die Fehlzündung verursacht hat. Das dritte Programm wird vorzugsweise mit dem Beenden des ersten Programms gestartet.

[0040] In einem Schritt S14 werden der Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine und der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse verglichen, vorzugsweise durch Ermitteln der Differenz MF_DIF abhängig von dem aktuellen Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse und dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse, vorzugsweise unter der in dem Schritt S14 angegebenen Berechnungsvorschrift.

[0041] In einem Schritt S15 wird geprüft, ob die Differenz MF_DIF kleiner als der vorgegebene untere Schwellenwert MF_THD_LOW ist. Ist die Bedingung des Schritts S15 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S16 fortgesetzt. Ist die Bedingung des Schritts S15 erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S17 fortgesetzt.

[0042] In dem Schritt S16 wird das Überprüfen CHECK des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL deaktiviert DE-ACT. Ferner kann in dem Schritt S16 ein Signal generiert werden, dass repräsentativ ist für die zu geringe eingespritzte Kraftstoffmasse.

[0043] In dem Schritt S17 wird geprüft, ob die Differenz MF_DIF größer ist als der vorgegebene obere Schwellenwert MF_THD_HIGH. Ist die Bedingung des Schritts S17 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S19 fortgesetzt. Ist die Bedingung des Schritts S17 erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S18 fortgesetzt.

[0044] In dem Schritt S18 wird das Überprüfen CHECK des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL deaktiviert DE-ACT. Ferner kann in dem Schritt S16 ein Signal generiert werden, dass repräsentativ ist für die zu große eingespritzte Kraftstoffmasse.

[0045] In dem Schritt S19 wird überprüft CHECK, ob die zylinderindividuelle Motordrehzahl N_CYL des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 in dem vorgegebenen Drehzahlbereich N_RNG liegt. Ist die Bedingung des Schritts S19 nicht erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S20 fortgesetzt. Ist die Bedingung des Schritts S19 erfüllt, so wird die Bearbeitung in einem Schritt S21

fortgesetzt.

[0046] In dem Schritt S20 wird ein Fehler ERROR des entsprechenden Zylinders Z1-Z4 bezüglich der Laufunruhe ER der Brennkraftmaschine erkannt. Dies bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der entsprechende Zylinder Z1-Z4 beispielsweise die Fehlzündung verursacht hat.

[0047] In dem Schritt S21 wird der fehlerfreie Betrieb des Zylinders Z1-Z4 bezüglich der Laufunruhe ER der Brennkraftmaschine erkannt.

[0048] In einem Schritt S22 wird vorzugsweise das dritte Programm beendet. Bevorzugt wird mit dem Beenden des dritten Programms das erste Programm gestartet.

[0049] Die Erfindung ist nicht auf die angegebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Beispielsweise können das erste und/oder das zweite und/oder das dritte Programm zusammen in einem Programm implementiert sein. Ferner kann der fehlerfreie Betrieb der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe ER auf eine alternative Weise ermittelt werden, beispielsweise durch Überprüfen des von der Brennkraftmaschine hervorgerufenen Drehmoments. Ferner kann der Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse zum Plausibilisieren und/oder zum Ermitteln einer oder mehrerer weiterer Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine herangezogen werden. Ferner kann zum Ermitteln der Differenz MF_DIF auch der aktuelle Wert MF_CYL_AV der zylinderindividuellen Einspritzmasse von dem Referenzwert MF_CYL_REF der zylinderindividuellen Einspritzmasse abgezogen werden, wobei dann die Vorzeichen der Differenz MF_DIF entsprechend anders interpretiert werden müssen. Ferner ist anzumerken, dass der erste Aspekt und der zweite Aspekt und die dazugehörigen Ausgestaltungen miteinander kombinierbar sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die mindestens zwei Zylinder (Z1-Z4), einen Ansaugtrakt (1) und einen Abgastrakt (4) umfasst, die abhängig von einer Schaltstellung eines Gaseinlassventils (12) und/oder eines Gasauslassventils (13) mit einem Brennraum (9) eines der Zylinder (Z1-Z4) kommunizieren, und die zu jedem der Zylinder (Z1-Z4) mindestens ein Einspritzventil (18) und einen Kolben (11) umfasst, der mit einer Kurbelwelle (8) der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, bei dem

- überprüft wird, ob aktuell eine oder mehrere notwendige Diagnosebedingungen (DIAG_CDN) für eine Diagnose einer Laufunruhe (ER) der Brennkraftmaschine vorliegen,
- überprüft wird, ob die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) fehlerfrei funktioniert, falls aktuell die eine und/oder mehreren notwendigen Diagnosebedingungen (DIAG_

CDN) vorliegen,

- falls die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) nicht fehlerfrei funktioniert,

- ein aktueller Wert einer zylinderindividuellen Kraftstoffmasse der Zylinder (Z1-Z4) ermittelt wird, 5
- überprüft wird, ob eine aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse eines der Zylinder (Z1-Z4) zu gering oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich einer zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL zu überprüfen (CHECK), indem der aktuelle Wert (MF_CYL_AV) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) mit einem gespeicherten Referenzwert (MF_CYL_REF) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine verglichen wird, 10
- ein Überprüfen (CHECK) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) eines der Zylinder (Z1-Z4) deaktiviert (DEACT) wird, falls die aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) zu gering und/oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl N_CYL zu überprüfen (CHECK), 15
- zum Überprüfen (CHECK) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) der Zylinder (Z1-Z4) überprüft wird, ob die entsprechenden zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) innerhalb eines vorgegebenen Drehzahlbereichs (N_RNG) liegen, 20
- auf einen fehlerhaften Betrieb eines der Zylinder (Z1-Z4) erkannt wird, falls die entsprechende zylinderindividuelle Motordrehzahl (N_CYL) des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) außerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs (N_RNG) liegt. 25

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

- zum Vergleichen des aktuellen Werts (MF_CYL_AV) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) mit dem gespeicherten Referenzwert (MF_CYL_REF) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ein Unterschied zwischen dem aktuellen Wert (MF_CYL_AV) und dem gespeicherten Referenzwert (MF_CYL_REF) der zylinder-

individuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) ermittelt wird,

- die aktuelle eingespritzte Kraftstoffmasse als zu gering oder als zu groß klassifiziert wird, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahl (N_CYL) zu überprüfen (CHECK), falls der Unterschied größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem

- zum Ermitteln des Unterschieds eine Differenz (MF_DIF) des aktuellen Werts (MF_CYL_AV) und des gespeicherten Referenzwerts (MF_CYL_REF) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) ermittelt wird, 15
- die aktuelle eingespritzte Kraftstoffmasse abhängig von einem Vorzeichen und einem Betrag der Differenz (MF_DIF) als zu gering oder als zu groß klassifiziert wird. 20

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem zum Überprüfen der Laufunruhe (ER) der Brennkraftmaschine

- eine zylinderindividuelle Motordrehzahl (N_CYL) der Zylinder (Z1-Z4) abhängig von einer Position der Kurbelwelle (8), ermittelt wird 30
- überprüft wird, ob die zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) aller Zylinder (Z1-Z4) jeweils in dem vorgegebenen Drehzahlbereich (N_RNG) liegen, 35
- auf den fehlerfreien Betrieb der Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) erkannt wird, falls alle zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) in dem vorgegebenen Drehzahlbereich (N_RNG) liegen. 40

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Laufunruhe (ER) der Brennkraftmaschine nur überprüft wird, wenn die Brennkraftmaschine im Leerlauf (IS) betrieben wird, wenn kein Fahrerwunsch vorliegt, wenn kein Gang eingelegt ist und/oder wenn kein zusätzlicher Verbraucher der Brennkraftmaschine aktiv ist. 45

6. Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine, die mindestens zwei Zylinder (Z1-Z4), einen Ansaugtrakt (1) und einen Abgastrakt (4) umfasst, die abhängig von einer Schaltstellung eines Gaseinlassventils (12) und/oder eines Gasauslassventils (13) mit einem Brennraum (9) eines der Zylinder (Z1-Z4) kommunizieren, und die zu jedem der Zylinder (Z1-Z4) mindestens ein Einspritzventil (18) und einen Kolben (11) umfasst, der mit einer Kurbelwelle (8) der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, wobei die 50

Vorrichtung ausgebildet ist

- zum Überprüfen, ob aktuell eine oder mehrere notwendige Diagnosebedingungen (DIAG_CDN) für eine Diagnose einer Laufunruhe (ER) der Brennkraftmaschine vorliegen, 5
- zum Überprüfen, ob die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) fehlerfrei funktioniert, falls aktuell die eine bzw. mehreren notwendigen Diagnosebedingungen (DIAG_CDN) vorliegen, 10
- falls die Brennkraftmaschine bezüglich der Laufunruhe (ER) nicht fehlerfrei funktioniert,
 - - zum Ermitteln eines aktuellen Werts (MF_CYL_AV) einer zylinderindividuellen Kraftstoffmasse der Zylinder (Z1-Z4), 15
 - - zum Überprüfen, ob eine aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse eines der Zylinder (Z1-Z4) zu gering oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) zu überprüfen (CHECK), indem der aktuelle Wert (MF_CYL_AV) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) mit einem gespeicherten Referenzwert (MF_CYL_REF) der zylinderindividuellen Einspritzmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) in dem aktuellen Betriebspunkt der Brennkraftmaschine verglichen wird, 20
 - - zum Deaktivieren (DEACT) eines Überprüfens (CHECK) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) eines der Zylinder (Z1-Z4), falls die aktuell eingespritzte zylinderindividuelle Kraftstoffmasse des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) zu gering oder zu groß ist, um den entsprechenden Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) zu überprüfen (CHECK), 25
 - - zum Überprüfen, ob die zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL) in dem vorgegebenen Drehzahlbereich (N_RNG) liegen, zum Überprüfen (CHECK) der Zylinder (Z1-Z4) bezüglich der zylinderindividuellen Motordrehzahlen (N_CYL), 30
 - - zum Erkennen auf einen fehlerhaften Betrieb eines der Zylinder (Z1-Z4), falls die entsprechende zylinderindividuelle Motordrehzahl (N_CYL) des entsprechenden Zylinders (Z1-Z4) außerhalb des vorgegebenen Drehzahlbereichs (N_RNG) liegt. 35

55

FIG 1

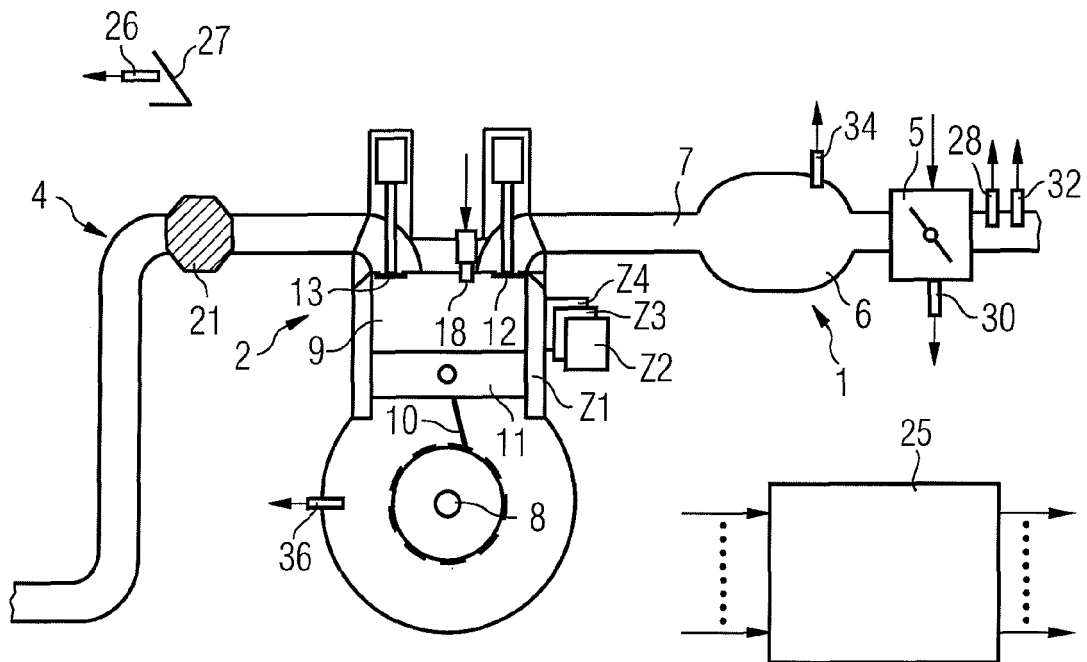


FIG 2

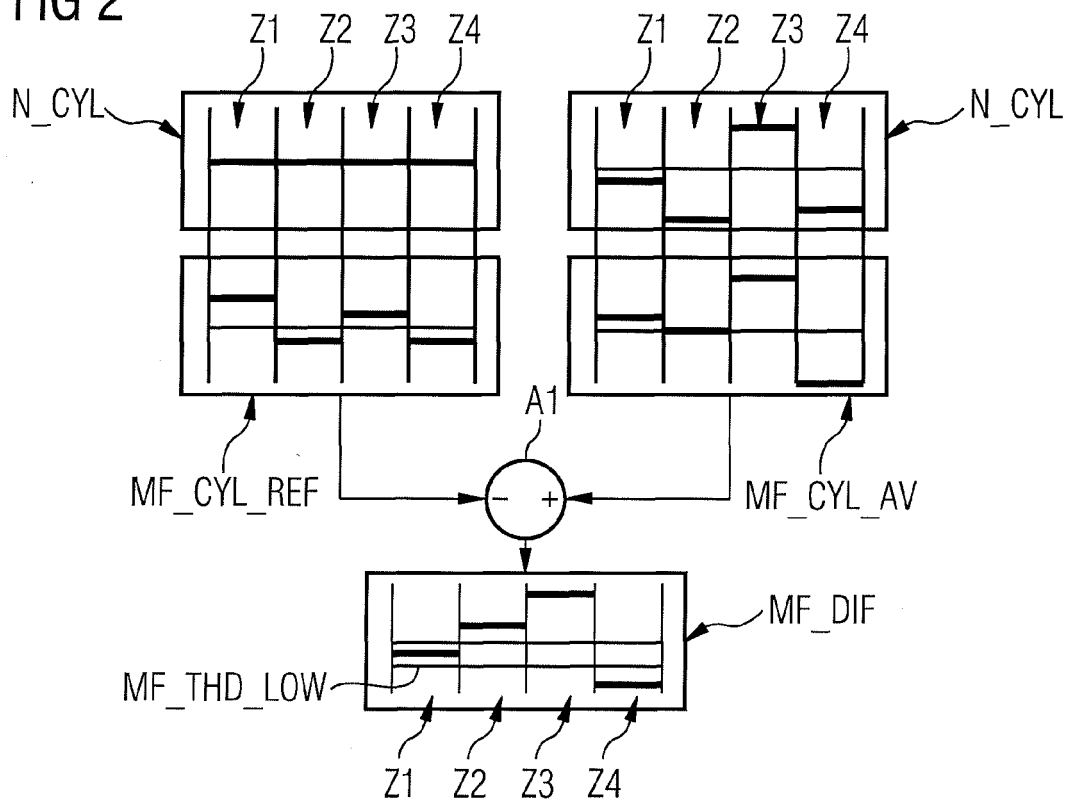


FIG 3

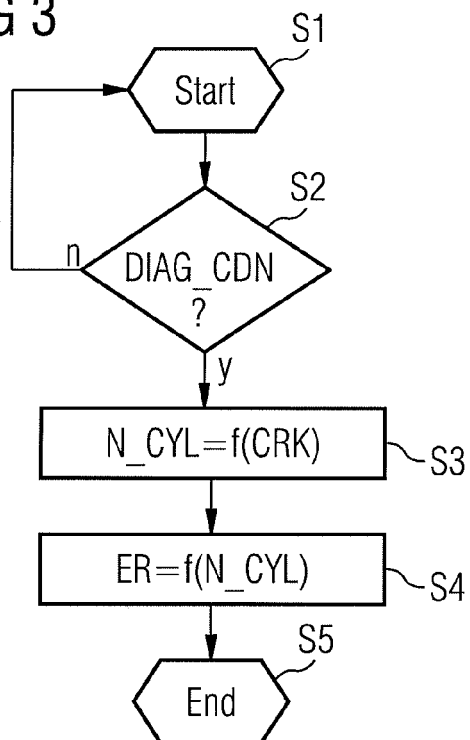


FIG 4

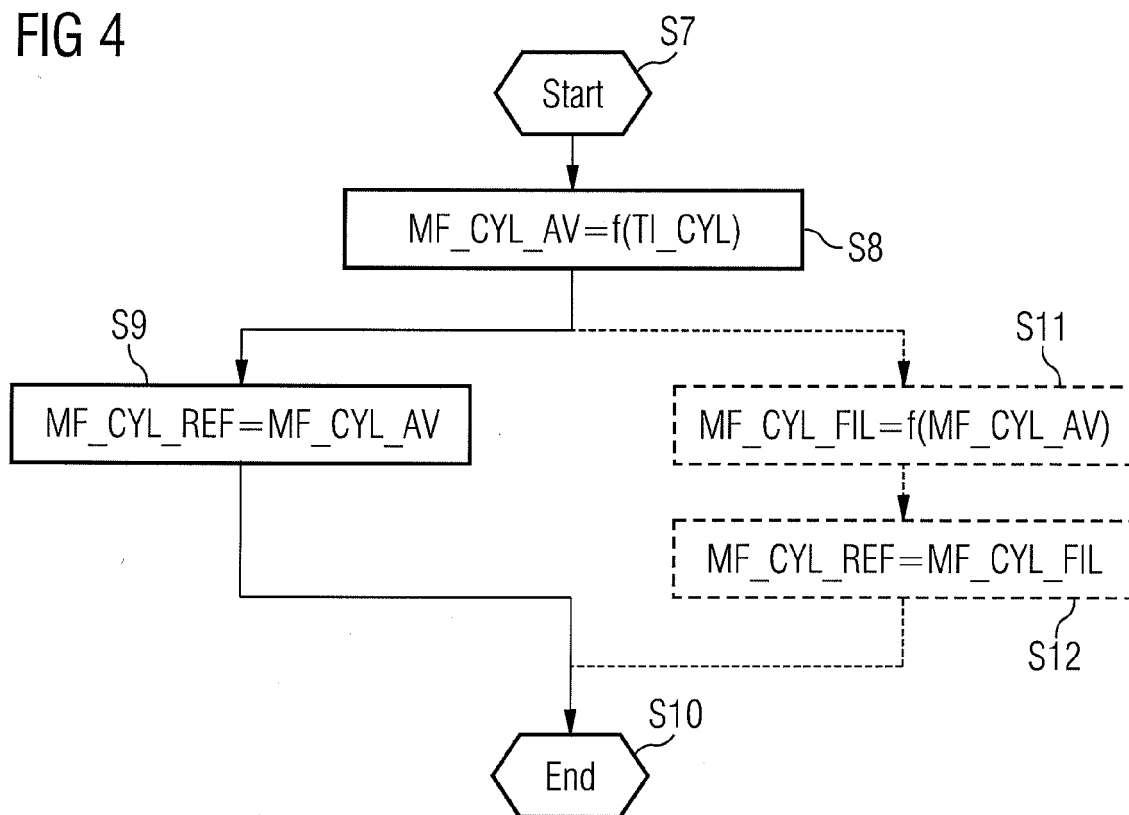
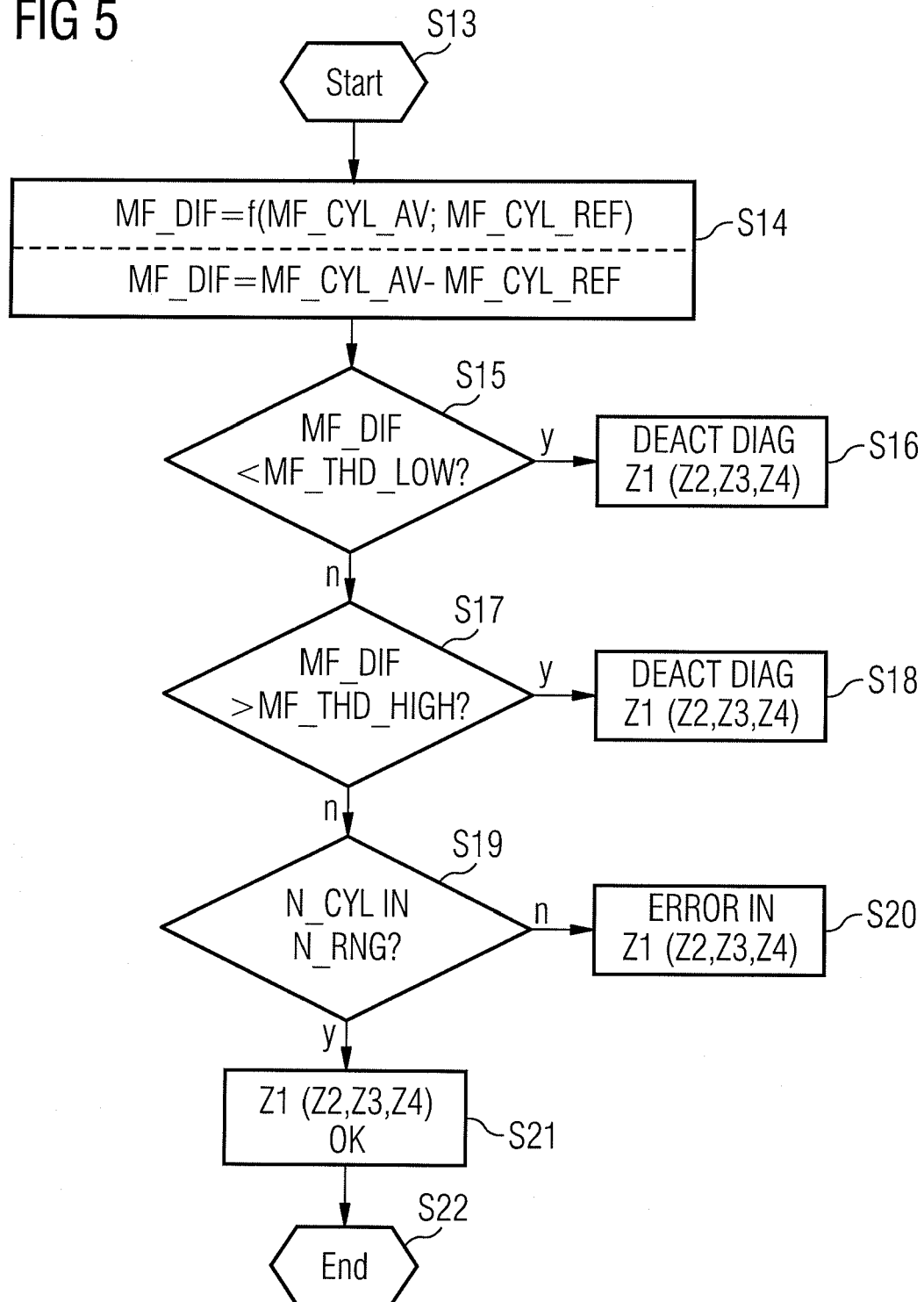


FIG 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0795686 B1 [0002]